

VII олимпиада по химии «Юные таланты»

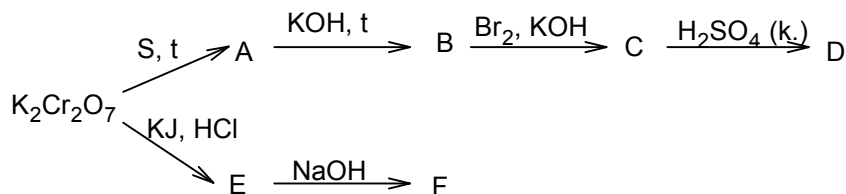
I этап Итоговый тур.

Задания для 9 класса

Каждое из заданий оценивается в 10 баллов.

Задача № 9-1

Хром в своих соединениях проявляет несколько степеней окисления. Ниже приведена схема получения двух веществ, содержащих хром в разных степенях окисления.



1. Напишите уравнения приведенных реакций. Для окислительно-восстановительных реакций расставьте коэффициенты методами электронного или электронно-ионного баланса.

2. Какие кислотно-основные свойства проявляет соединение **D**? Приведите уравнения реакций, подтверждающие ваши выводы.

Задача № 9-2

Имеются два 5%-ных раствора солей алюминия. Равные массы этих растворов обработали избытком водного раствора NH_3 . Образующиеся осадки отфильтровали и прокалили; массы полученных твердых остатков отличались в два раза.

Через 100 г каждого раствора пропустили 1,0 л хлора (20°C , нормальное давление) и растворы выпарили; при этом получили один и тот же кристаллогидрат - гексагидрат.

1. Определите формулы исходных солей.
2. Напишите уравнения всех протекающих реакций.
3. Вычислите массы кристаллогидратов, полученных из каждого раствора.

Задача № 9-3

Смесь нитратов серебра, висмута, свинца и ртути (I) растворили в воде. Полученный раствор прилили к 10% раствору хлорида натрия. Образовавшийся осадок отфильтровали (осадок **1**).

К осадку **1** прилили горячую воду и прокипятили. Не растворившуюся часть отфильтровали (осадок **2**), а фильтрат (фильтрат **2**) охладили и получили некоторое количество белого кристаллического осадка.

Осадок **2** обработали 20% азотной кислотой. Смесь разделили, получив осадок **3** и фильтрат **3**.

Действием концентрированного раствора аммиака на фильтрат **2** был получен черный осадок **4** и раствор **4**.

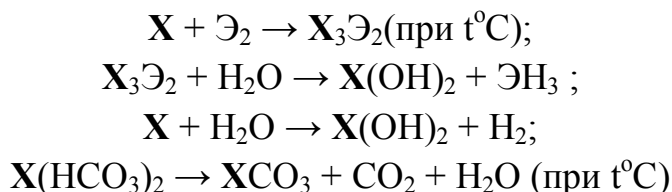
1. Напишите уравнения протекающих реакций.
2. Опишите состав фильтратов **2 – 4** и осадков **2 – 4**.

Задача № 9-4

Напишите уравнения реакций взаимодействия оксидов хрома (+6), марганца (+4) и церия (+4) с концентрированной (37 %) хлороводородной кислотой при повышенной температуре. Какие массы этих оксидов и кислоты необходимы для получения 1,4 л хлора при температуре 298 К и давлении 99,07 кПа?

Задача № 9-5

Простое вещество **X** относится к сильным восстановителям и вытесняет многие металлы из их сульфидов, оксидов и галогенидов. Однако и само вещество **X** можно получить с помощью еще более активных металлов в ходе реакции замещения. Химические свойства вещества **X** и ряда соединений зашифрованы в схемах (коэффициенты не указаны):



Подсказки: 1) вещество ЭН₃ является газом с характерным запахом, обладающим основными свойствами; 2) вещество X(HCO₃)₂ обуславливает временную жесткость воды и является причиной частых поломок электрических чайников; 3) одна из вышеуказанных схем лежит в основе обеспечения необходимой степени вакуумирования электровакуумных приборов.

Вопросы:

- 1) Определите вещество **X**, расшифруйте схемы реакций, напишите уравнения.
- 2) Напишите не менее 4-х реакций, о которых говорится в тексте задачи.
- 3) Для растворения 1,056 г смеси XO и XCO₃ с образованием хлоридов требуется 10 мл 2,2 М раствора хлороводородной кислоты. Рассчитайте массовый состав (в %) исходной смеси.
- 4) Объясните суть приведенных подсказок.

Задания для 10 класса

Каждое из заданий оценивается в 10 баллов.

Задача № 10-1

Это вещество можно получить взаимодействием бромида калия с такими окислителями как концентрированная серная кислота (1), пероксодисульфат калия (2), пероксид водорода (3), перманганат калия в присутствии разбавленной серной кислоты (4). Оно же получается при внесении бромата калия в водные растворы щавелевой кислоты (5), пероксида водорода (6) или бромида калия (7). Какое это вещество? Напишите уравнения реакций его получения (1 – 7) и взаимодействия с хлоратом (8), йодидом (9) калия и молекулярным фтором (10).

Задача № 10-2

В результате взаимодействия 2,80 г смеси бутенов с раствором перманганата калия в кислой среде образовалось 0,74 г пропионовой кислоты и выделилось 0,896 л (н.у.) углекислого газа.

1. Какие углеродсодержащие соединения и в каком количестве были получены, если окисление прошло с количественным выходом?

2. Каков качественный и количественный состав исходной смеси?

3. Какие вещества могут быть получены из изомерных бутенов при их озонировании и последующим гидролизом?

Задача № 10-3

Имеются два 5%-ных раствора солей алюминия. Равные массы этих растворов обработали избытком водного раствора NH_3 . Образующиеся осадки отфильтровали и прокалили; массы полученных твердых остатков отличались в два раза.

Через 100 г каждого раствора пропустили 1,0 л хлора (20°C , нормальное давление) и растворы выпарили; при этом получили один и тот же кристаллогидрат - гексагидрат.

1. Определите формулы исходных солей.

2. Напишите уравнения всех протекающих реакций.

3. Вычислите массы кристаллогидратов, полученных из каждого раствора.

Задача № 10-4

Известно, что несолеобразующий оксид углерода при высокой температуре способен взаимодействовать с оксидом серы, полученным при сжигании пирита на воздухе. Данная реакция сопровождается образованием твердого вещества – порошка желтого цвета.

1. Напишите уравнение реакции взаимодействия оксидов и сжигания пирита.
2. Вычислите тепловой эффект реакции взаимодействия оксидов, используя данные о величинах тепловых эффектов некоторых реакций:

- (1) $C+O_2 = CO_2 + 393,5 \text{ кДж}$;
- (2) $2CO+O_2 = 2CO_2+566,0 \text{ кДж}$;
- (3) $N_2+O_2 = 2NO - 180,8 \text{ кДж}$;
- (4) $NO_2+SO_2 = SO_3 +NO +41,8 \text{ кДж}$;
- (5) $2NO+O_2 = 2NO_2 +113 \text{ кДж}$
- (6) $2S+3O_2 = 2SO_3 + 790,4 \text{ кДж}$.

3. Приведите способ получения «несолеобразующего оксида углерода».

Задача № 10-5

Изучение кинетики химической реакций начинают с экспериментального определения зависимостей концентраций веществ от времени. Полученные данные анализируют с целью установления влияния различных факторов, способных изменить скорость реакции. Скорость реакции разложения N_2O_5 изучали по данным о ходе процесса во времени при температуре 298 К:

τ , час	0	18,4	52,6	86,7	119,8	231,5
$C(N_2O_5)$, кмоль/м ³	2,33	2,08	1,67	1,36	1,11	0,55

1. Напишите реакцию разложения азотного ангидрида.
2. Установите порядок реакции (нулевой, первый или второй) любым известным Вам способом (расчетным или графическим).
3. Рассчитайте период полураспада (полупревращения) N_2O_5 .
4. Определите степень превращения N_2O_5 за 2 часа, учитывая, что константа скорости при 300К составляет $0,002 \text{ мин}^{-1}$.
5. Энергия активации реакции разложения пентаоксида азота равна 103,5 кДж/моль. Константа скорости этой реакции при 298К равна $2,03 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$. Вычислите константу скорости этой реакции при 288К.

Приложение. Энергия активации описывается уравнением Аррениуса

$$E_a = \frac{R \cdot T_1 \cdot T_2}{T_2 - T_1} \ln \frac{k_2}{k_1},$$

где R – газовая постоянная 8,314 Дж/(К·моль), k_1 – константа скорости реакции при температуре T_1 , k_2 – константа скорости реакции при температуре T_2).

Задания для 11 класса

Каждое из заданий оценивается в 10 баллов.

Задача № 11-1

Соль **A1** металла **A**, расплывающаяся на воздухе, способна растворить в своем водном растворе сам металл **A** с образованием другой соли **A2**, и металл **B**, с образованием соли **A2** и соли металла **B1**. Известно, что все указанные соли хорошо растворимы в воде и выделяют белый творожистый осадок при взаимодействии с раствором нитрата серебра. Соль **B1** также может реагировать с металлом **B**, но с образованием другой соли **B2**. Эта соль (**B2**), в отличие от соли **B1**, не окрашена и малорастворима в воде, но легко растворяется в растворах соли **A1** и даже хлорида натрия. Предложите вариант, удовлетворяющий условиям задачи.

Задача № 11-2

«Красно-фиолетовая соль **A**, умеренно растворяется в воде. При нагревании разлагается без плавления (реакция 1). В сильнощелочной среде разлагается с образованием темно-зеленого раствора (реакция 2). При разбавлении образующегося раствора водой окраска вновь становится фиолетовой (реакция 3).

При длительном стоянии раствора вещества **A** образуется черно-коричневый осадок вещества **B** (реакция 4). При действии на него горячего раствора серной кислоты и нитрита калия осадок растворяется, и раствор становится прозрачным (реакция 5). Осадок **B** растворяется также в подкисленной перекиси водорода с выделением газа (реакция 6). Если к осадку **B** добавить перекись без подкисления, то выделение газа не сопровождается растворением осадка (реакция 7).

При действии на соль **A** безводной серной кислоты образуется тяжелое масло (плотность 2,4 г/мл) зеленовато-бурого цвета (реакция 8). При нагревании этой жидкости происходит небольшой взрыв и образуется вещество **B** (реакция 9)».

1. Напишите уравнения химических реакций, о которых идет речь в тексте.
2. Некоторые химические реакции, протекающие с участием соли **A** сопровождается выделением газа. Для каждой из таких реакций определите объем газа, который может выделиться при 40 °С и давлении 800 мм.рт.ст., если в реакцию вступит 39,5 г соли **A**.

Задача №11-3

Пекарский порошок – искусственный разрыхлитель теста, применяемый при выпечке хлеба и приготовлении кондитерских изделий без дрожжей, как ингредиент хлебопечения, он был разработан в начале XX века. Представляет собой сухую смесь пищевых добавок — основных и кислых солей — с добавлением наполнителя, предотвращающего их взаимодействие до использования (введения в тесто).

Классический состав включает смесь кислых солей **А** и **Б** с рисовой мукой. При приготовлении теста пекарский порошок следует смешать с сухой мукой, предназначенной для выпечки, а не растворять в воде.

Эквимольную смесь соединений **А** (1,68 г) и **Б** (3,76 г) растворили в тёплой воде. При этом выделилось 448 см^3 (н. у.) газа **В** (молярная масса 44 г/моль) и образовался раствор соли **Г**. После выпаривания раствора получили 5,64 г кристаллогидрата $\text{Г} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (массовая доля воды 0,2553). Данная соль имеет пьезоэлектрические свойства и используется для приготовления реактива Фелинга. Известно также следующее: соль **А** окрашивает пламя в жёлтый цвет, соль **Б** известна под названием винный камень и образована двухосновной органической кислотой **Д**, являющейся широко распространённым природным соединением, которое при нагревании выше 200°C превращается в кислоту **Е**. Для кислоты **Д** известны три стереоизомерные формы, тогда как кислота **Е** стереоизомеров не имеет.

1. Определите соединения **А**, **Б**, **В**, **Г**, **Д** и **Е**.
2. Приведите уравнение реакции между солями **А** и **Б** в водном растворе.
3. Приведите строение стереоизомеров соединения **Д** и назовите их.

Задача № 11-4

Изучение кинетики химической реакций начинают с экспериментального определения зависимостей концентраций веществ от времени. Полученные данные анализируют с целью установления влияния различных факторов, способных изменить скорость реакции. Скорость реакции разложения N_2O_5 изучали по данным о ходе процесса во времени при температуре 298 К:

τ , час	0	18,4	52,6	86,7	119,8	231,5
$\text{C}(\text{N}_2\text{O}_5)$, кмоль/ м^3	2,33	2,08	1,67	1,36	1,11	0,55

1. Напишите реакцию разложения азотного ангидрида.
2. Установите порядок реакции (нулевой, первый или второй) любым известным Вам способом (расчетным или графическим).
3. Рассчитайте период полураспада (полупревращения) N_2O_5 .
4. Определите степень превращения N_2O_5 за 2 часа, учитывая, что константа скорости при 300К составляет $0,002 \text{ мин}^{-1}$.
5. Энергия активации реакции разложения пентаоксида азота равна 103,5 кДж/моль. Константа скорости этой реакции при 298К равна $2,03 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$. Вычислите константу скорости этой реакции при 288К.

Приложение. Энергия активации описывается уравнением Аррениуса

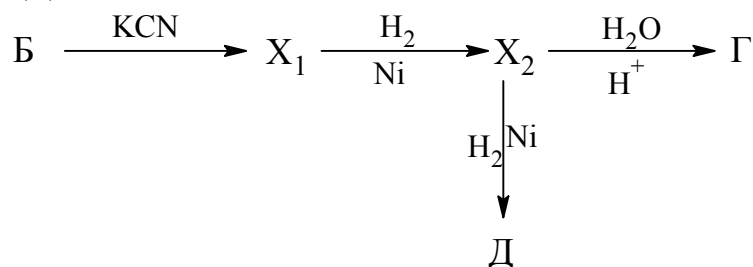
$$E_a = \frac{R \cdot T_1 \cdot T_2}{T_2 - T_1} \ln \frac{k_2}{k_1},$$

где R – газовая постоянная 8,314 Дж/(К·моль), k_1 – константа скорости реакции при температуре T_1 , k_2 – константа скорости реакции при температуре T_2).

Задача №11-5

Вещества **Б** и **В** – структурные изомеры. Они могут быть получены при взаимодействии углеводорода **А** с хлором. Углеводород **А** – важный продукт промышленного органического синтеза. Он взаимодействует с озоном и обесцвечивает раствор перманганата калия. Изомер **Б** может быть использован для промышленного производства **Г** и **Д**, являющихся исходными в производстве полиамидного волокна найлона-6,6 – $\text{H}[\text{NH}(\text{CH}_2)_6\text{NHCO}(\text{CH}_2)_4\text{CO}]_n\text{OH}$. Вещество **Г** растворимо в основаниях, **Д** – в кислотах. Реакция между изомером **В** и спиртовым раствором щелочи приводит к мономеру **Е**, который используют для получения хлоропренового каучука – $[-\text{CH}_2\text{C}(\text{Cl})=\text{CHCH}_2-]_n$. Этот метод применяют в промышленности.

1. Изобразите структуры **А**, **Б**, **В**, **Г**, **Д** и **Е** и приведите их названия по номенклатуре IUPAC.
2. Напишите уравнения реакций, отвечающих приведенной ниже схеме получения **Г** и **Д** из **Б**:



3. Напишите уравнения:
 - получения мономера **Е** из изомера **В**;
 - реакцию озонлиза углеводорода **А**.
4. Напишите схему уравнений для промышленного производства углеводорода **А** из углеводорода, являющегося основным компонентом природного газа.